Inspekcje oprogamowania – doświadczenia praktyczne

Janusz Górski
Katedra Zastosowań Informatyki
Politechnika Gdańska

Streszczenie

Artykuł prezentuje metodę inspekcji realizowanych w stosunku do dokumentacji związanej z oprogramowaniem. W inspekcjach przyjęto zasadę koncentracji uwagi na defektach szczególnie kosztownych (głównych). Inspekcje dotyczą próbek ocenianych dokumentów, a ich wyniki są ekstrapolowane na cały dokument. Daje to podstawę do ścisłego kontrolowania nakładów ponoszonych na inspekcje. Artykuł zawiera wyniki eksperymentu polegającego na przeprowadzeniu inspekcji wybranych fragmentów specyfikacji wymagań systemu informatycznego, wytworzonych przez różne grupy projektowe.

1. Wstęp

Standard IEEE definiuje inspekcję jako: „...formalną technikę oceny, w ramach której wymagania dotyczące oprogramowania, projektu lub kodu są poddane badaniu przez osobę lub grupę osób innych niż ich autor, w celu wykrycia błędów, odstępstw od standardów i innych problemów...". Spośród doraźnych celów inspekcji wymienić można:

- wykrywanie i identyfikację defektów w produktach procesu wytwarzania oprogramowania,
- usunięcie tych defektów,
- formalne potwierdzenie jakości produktu.

Pozornie cele te wydają się dość oczywiste. Inspekcja jest nastawiona na wykrycie rozmaitych wad badanego dokumentu. Jeżeli wady zostaną stwierdzone, należy je usunąć. Jeżeli wad nie stwierdzono, dokument należy uznać za poprawny.

Przy bliższej analizie okazuje się jednak, że sprawy nie są aż tak oczywiste i pojawia się wiele pytań. Odpowiedzi na te pytania mogą w zasadniczy sposób wpłynąć na to, czy i w jakim stopniu inspekcje okażą się przydatne, jaki będzie ich koszt, a w konsekwencji, czy w ogóle będą stosowane. Pytania te to np.

- Jakich defektów poszukujemy w trakcie inspekcji?
- Jakie dokumenty powinny być poddane inspekcjom?
- Kto i kiedy jest odpowiedzialny za usuwanie wykrytych defektów?
- Jaki jest koszt inspekcji w stosunku do odnoszonych z nich korzyści?

Odpowiedzi na dwa pierwsze z powyższych pytań są stosunkowo oczywiste. Należy szukać przede wszystkim tych defektów, których wykrycie i usunięcie jest szczególnie opłacalne – chroni przed największymi stratami. Szukać natomiast należy ich tam, gdzie je najłatwiej znaleźć, a ich usunięcie będzie najbardziej efektywne.

Pytanie trzecie jest w zasadzie pytaniem o strukturę procesu inspekcji. Jaki jest jego zakres, z jakich etapów się składa, kto nim zarządza, jaki jest rozkład ról i zadań.

Ostatnie z pytań dotyczy zasadniczej, z punktu widzenia wyższego kierownictwa, kwestii: czy zastosowanie inspekcji jest opłacalne, a więc czy należy zainwestować w tę technologię. Aby na to pytanie odpowiedzieć, trzeba dysponować danymi dającymi podstawę do porównań. O ile pomiar kosztu inspekcji jest stosunkowo łatwy (co nie znaczy, że w obecnej praktyce wielu firm, które nie gromadzą nawet podstawowych danych dotyczących pracochłonności, możliwy do wyliczenia), to kwestia wyliczenia odnoszonych korzyści jest już znacznie trudniejsza: ile zyskujemy przez wykrycie i usunięcie defektów?

W artykule przedstawiono doświadczenia wynikające z eksperymentów w zakresie inspekcji oprogramowania. Eksperymenty te przeprowadzono przy następujących założeniach:

- przedmiotem zainteresowania inspekcji są przede wszystkim defekty główne tzn. takie, których usuniecie przynosi największe korzyści,
- proces inspekcji podlega planowaniu i zarządzaniu,
- nakłady na inspekcję są ściśle limitowane,
- w trakcie inspekcji zbierane są dane, które mogą być wykorzystane w ocenie efektywności.

2. Defekty i ich interpretacja

Ocena dokumentu wymaga sformułowania kryteriów jego poprawności. Przyjmijmy, że dysponujemy zbiorem jawnie sformułowanych *reguł poprawności*, które określają wymagania względem rozpatrywanego dokumentu. Dla przykładu, reguła dotycząca dokumentu zawierającego specyfikację wymagań może wyglądać następująco: każde wymaganie powinno być *mierzalne*, tzn. sformułowane w sposób umożliwiający efektywne sprawdzenie czy produkt (wytworzone oprogramowanie) spełnia to wymaganie. *Defekt* oznacza naruszenie którejkolwiek z reguł poprawności przyjętych dla badanego dokumentu.

Zasadnicze znaczenie dla uzyskania kontroli nad procesem inspekcji oprogramowania ma ustalenie kryterium, które umożliwi koncentrację uwagi na tych defektach, których usunięcie przyniesie największe zyski. Kryterium, które przyjmiemy w dalszych rozważaniach polega na wyróżnieniu pojęcia *defektu głównego*. Defekt klasyfikujemy jako główny gdy oceniamy, że jeżeli nie zostanie usunięty natychmiast, może (i jest to wysoce prawdopodobne) w trakcie dalszych etapów rozwoju systemu spowodować znaczne straty związane z usunięciem jego skutków. Defekt, który nie jest defektem głównym nazwiemy *podrzędnym*.

Zrozumienie pojęcia defektu głównego wymaga głębszego wglądu w naturę defektów oprogramowania oraz kosztów związanych z ich usuwaniem. Defekty główne to takie, dla których koszt naprawy, w sytuacji gdy defekt nie zostanie usunięty natychmiast i wynikające z niego skutki trafią do dokumentów powstających w dalszych etapach procesu wytwarzania, może wzrosnąć wielokrotnie. Dla przykładu, wymaganie niemierzalne, jeżeli nie zostanie wykryte i skorygowane, może w momencie przekazywania systemu jego odbiorcy doprowadzić do kontrowersji wynikającej z różnych interpretacji tego wymagania i spowodować odrzucenie systemu przez odbiorcę lub spowodować kosztowne zmiany i modyfikacje wytworzonego systemu. Defekty o takich skutkach są najczęściej wprowadzane we wczesnych etapach, w szczególności podczas tworzenia planów, definiowaniu wymagań oraz podejmowaniu decyzji dotyczących architektury budowanego systemu. Wynikają stąd dwie podstawowe zasady dotyczące inspekcji:

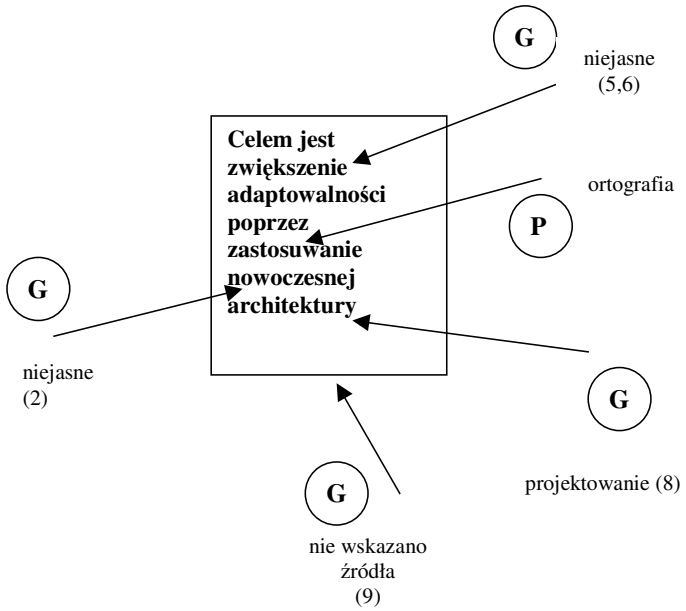
- inspekcje powinny koncentrować się przede wszystkim na znajdowaniu i usuwaniu defektów głównych,
- dobór dokumentów poddawanych inspekcji powinien być taki, by maksymalizować szansę na wczesne wykrywanie jak największej liczby defektów głównych.

Poniżej podano przykładową (niekompletną) listę kontrolną wspomagającą wykrywanie defektów w specyfikacji wymagań wobec oprogramowania.

Tabela 1. Lista kontrolna specyfikacji wymagań.

1	Wymaganie powinno być *spójne* z innymi wymaganiami, chyba że niespójność jest *jawną intencją*.
2	Wymagania powinny być całkowicie *jasne* dla odbiorców, dla których dokument jest przeznaczony (*udziałowcy systemu*).
3	Jeżeli wymaganie odnosi się do jakości lub kosztu, specyfikacja powinna określić odpowiednią *skalę pomiarową*.
4	Dla wymagań odnoszących się do jakości lub kosztu należy podać *procedurę pomiarową* i *kryterium* rozstrzygające o spełnieniu wymagania.
5	Należy określić *kiedy* podany poziom jakości ma zostać osiągnięty.
6	Odwołując się do *wartości względnych* np. „większy" należy podać *punkt odniesienia* na zdefiniowanej skali.
7	Specyfikacja powinna rozbijać *wymagania/pojęcia złożone* na *proste*.
8	Nie należy mieszać pojęć dotyczących *projektowania* ze specyfikacją wymagań.
9	Należy podać "*źródło*" (np. kontrakt, standard, plan marketingowy) specyfikowanych wymagań.
10	Informacja niepewna powinna być *wyróżniona* zgodnie z przyjętą konwencją.

Na rysunku 1 podano wynik analizy przykładowego wymagani, z zastosowaniem podanej listy kontrolnej.



Rysunek1: Wynik analizy przykładowego wymagania.

W nawiasach podano pozycje z listy kontrolnej w Tabeli 1, do których odnoszą się zidentyfikowane defekty.
Liczba defektów głównych (G): 4; Liczba defektów podrzędnych (P): 1

Zaklasyfikowanie defektu jako głównego nie zawsze jest sprawą oczywistą. Pomimo tego, że analiza jest wspomagana przez jawnie sformułowany zbiór reguł, często wymaga od kontrolera oceny eksperckiej, a więc odwołania się do

posiadanego doświadczenia i intuicji inżynierskiej. Wynika stąd, że kontrolowanie dokumentów pod kątem znajdowania w nich defektów głównych nie może być dokonywane mechanicznie (i nie poddaje się łatwo automatyzacji). Nie zawsze również można oczekiwać pełnej zgodności w ocenach dokonywanych przez różnych ekspertów. Podkreśla to znaczenie szkolenia i rozwijania kompetencji osób uczestniczących w kontroli dokumentów oraz znaczenie pracy grupowej, gdzie ten sam dokument jest poddany kontroli kilku osób, a w wypadku kontrowersji jest przewidziana procedura uzgadniania ostatecznej oceny.

Jeżeli kontroler nie jest pewien co do interpretacji wykrytego defektu (lub nie wie czy rzeczywiście ma do czynienia z defektem), zgłasza *problem*, który będzie przedstawiony zespołowi oceniającemu w celu ostatecznego zaklasyfikowania. Może się również zdarzyć, że kontroler zauważy możliwość poprawy dokumentu, chociaż nie wiąże się to z żadnym defektem. Wtedy zgłasza *sugestię poprawy*, która może również dotyczyć samego procesu inspekcji, a nie wyłącznie ocenianego dokumentu. Kontroler może również zgłaszać pod adresem autora dokumentu *zapytania*, których celem jest rozstrzygniecie wątpliwości co do interpretacji ocenianego tekstu. Zamieszczone w dokumencie odpowiedzi na te zapytania przyczynią się do poprawy jego czytelności.

3. Zakres eksperymentu

W ramach przeprowadzonych eksperymentów przyjęto za [4], że inspekcja nie obejmuje całości kontrolowanego dokumentu, a jedynie wybrany (i reprezentatywny dla pozostałej części) jego fragment. Dzięki temu zasoby poświecone na inspekcję zostały uniezależnione od rozmiaru ocenianego dokumentu. Przyjęto również następującą hipotezę: *rozkład defektów głównych jest równomierny w ramach struktury ocenianego dokumentu*. Przyjęcie tej hipotezy uprawnia do ekstrapolacji wyników uzyskanych podczas oceny fragmentu dokumentu na cały dokument.

Powyższe założenia wymagają jednak dodatkowego uzasadnienia. Ograniczenie się jedynie do fragmentu dokumentu jest uzasadnione jeżeli w treści dokumentu występuje „lokalizacja", tzn. fragmenty tekstu mocno od siebie oddalone nie są ze sobą silnie powiązane. Można wtedy oczekiwać, że w wybranym fragmencie znaczna część zawartej w nim treści będzie mogła być w pełni zinterpretowana (nie będzie zależna od tych fragmentów, które nie zostały włączone do oceny). Założenie o równomiernym rozkładzie oznacza, że oceniany dokument jest w znacznym stopniu jednorodny co do formy i co do treści. Założenie takie wydaje się być w znacznym stopniu uzasadnione w odniesieniu do dokumentów takich jak specyfikacje wymagań czy specyfikacje testów.

W celu uniezależnienia się od formatu ocenianych dokumentów posłużono się pojęciem *strony logicznej* dokumentu, znormalizowanej do 300 słów. W ten sposób uzyskano podstawę do porównań wielkości różnych dokumentów oraz punkt odniesienia podczas konstruowania metryk związanych z inspekcjami.

Opis pełnego procesu inspekcji oraz formaty związanych tym procesem dokumentów można znaleźć w [2]. Eksperymentem opisanym w dalszej części artykułu były objęte następujące etapy procesu:

- *Planowanie* - ustalenie materiałów wejściowych do procesu inspekcji (fragmenty dokumentu poddawane ocenie, reguły i listy kontrolne, inne dokumenty tworzące kontekst dla oceny), ustalenie zespołu kontrolerów, formularzy służących dokumentowaniu inspekcji oraz zasobów przeznaczonych na inspekcję;
- *Spotkanie inicjujące* - rozdział ról, przydział zadań oraz wyjaśnienie celów i zakresu dalszych działań;
- *Kontrola indywidualna* - realizowana przez kontrolerów w stosunku do przydzielonych im fragmentów dokumentu, w zakresie określonym listami kontrolnymi oraz w zadanym czasie;
- *Rejestracja* - obejmuje konsolidację wyników kontroli indywidualnej oraz udokumentowanie tych wyników w odpowiednich formularzach;
- *Podsumowanie* - obejmuje prezentację wyników, ich dyskusję oraz zebranie wszystkich przewidzianych metryk.

Eksperyment obejmował trzy niezależnie zrealizowane przebiegi procesu inspekcji. Wzięło w nim udział 16 osób, w tym 12 uczestników Studium Podyplomowego Inżynierii Oprogramowania w Politechnice Gdańskiej [5]. Osoby uczestniczące w eksperymencie posiadały już (często znaczne) doświadczenie z rzeczywistymi procesami wytwarzania oprogramowania (kierownicy projektów, analitycy, programiści).

Inspekcjom poddano dokumenty zawierające specyfikacje wymagań. W ramach Studium uczestnicy pracują nad nietrywialnym projektem, przechodząc kolejno wszystkie jego etapy, począwszy od specyfikacji wymagań a skończywszy na implementacji i walidacji. Inspekcje dotyczyły specyfikacji wymagań wytworzonych zarówno przez uczestników poprzedniej edycji Studium jak i własnych.

Inspekcja 1 (I1).

Zespół kontrolujący:	Grupa poddana wcześniej szkoleniu teoretycznemu w zakresie inspekcji oprogramowania (16 osób).
Dokument poddany inspekcji:	Specyfikacja wymagań wytworzona w trakcie poprzedniej edycji Studium.
Liczba kontrolerów:	16
Próbki dokumentu:	A – 0,8 strony logicznej B – 0,8 strony logicznej C – 0,8 strony logicznej
Czas kontroli indywidualnej:	60 min

Inspekcja 2 (I2).

Zespół kontrolujący:	Grupa 1 (6 osób) uczestnicząca w programie Studium Inżynierii Oprogramowania. Uczestnicy brali wcześniej udział w I1.
Dokument poddany inspekcji:	Specyfikacja wymagań wytworzona przez Grupę 2. Specyfikacja ta została zakończona po szkoleniu w zakresie inspekcji oprogramowania.
Liczba kontrolerów:	6
Próbki dokumentu:	A: 2,36 strony logicznej B: 2,36 strony logicznej
Czas kontroli indywidualnej:	90 min

Inspekcja 3 (I3).

Zespół kontrolujący:	Grupa 2 (6 osób) uczestnicząca w programie Studium Inżynierii Oprogramowania. Uczestnicy brali wcześniej udział w I1.
Dokument poddany inspekcji:	Specyfikacja wymagań wytworzona przez Grupę 1. Specyfikacja ta została zakończona po szkoleniu w zakresie inspekcji oprogramowania.
Liczba kontrolerów:	5 (Lider nie pełnił funkcji kontrolera)
Próbki dokumentu:	A: 4,75 strony logicznej
Czas kontroli indywidualnej:	70 min

4. Uzyskane wyniki

Poniższe tabele prezentują ilościowe wyniki przeprowadzonych inspekcji. Dla każdego eksperymentu podano zestawienie indywidualnej efektywności poszczególnych kontrolerów (liczby wykrytych przez nich defektów w poszczególnych kategoriach) oraz łączne zestawienie wykrytych defektów dla całej inspekcji. Należy zauważyć, że sumy defektów wykrytych przez poszczególnych kontrolerów oraz suma łączna wykrytych defektów nie muszą być równe, ponieważ ten sam defekt mógł być wykryty przez różnych kontrolerów (a więc w tabeli kontroli indywidualnej był liczony wielokrotnie).

Inspekcja 1.

Tabela 2. Liczby znalezionych defektów

Próbka	stron log.	Wykryte wady			
		Główne	Podrzędne	Sugestie	Pytania
B	0,8	22	2	2	0
A	0,8	15	10	2	0
C	0,8	19	4	0	1
RAZEM	2,4	56	16	4	1

Inspekcja 2.

Tabela 3. Liczby znalezionych defektów

	str. log.	Wykryte wady			
		Główne	Podrzędne	Sugestie	Pytania
RAZEM	4,72	17	31	3	7

Inspekcja 3.

Tabela 4. Liczby znalezionych defektów

	str. log.	Wykryte wady			
		Główne	Podrzędne	Sugestie	Pytania
RAZEM	4,75	43	7	1	2

5. Podsumowanie

Wyniki eksperymentu zostały zebrane w Tabelach 5 i 6. Tabela 5 zawiera parametry charakteryzujące wykonane inspekcje:

K - liczba kontrolerów biorących udział w inspekcji,
D - liczba wykrytych defektów głównych i podrzędnych,
S - liczba stron logicznych poddanych inspekcji,
G - czas trwania kontroli indywidualnej.

Tabela 5. Parametry inspekcji

	K	D	S	G
I1	16	72	2,4	1
I2	6	48	4,72	1,5
I3	5	50	4,75	1,17

Tabela 6 zawiera metryki inspekcji obliczone na podstawie parametrów:

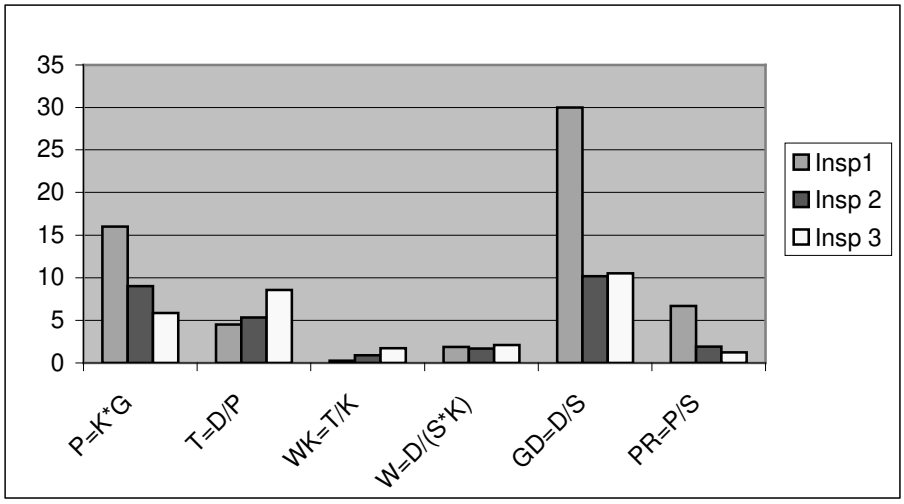
P=K*G pracochłonność inspekcji [roboczogodz],
T=D/P tempo wykrywania (liczba defektów wykrywanych w trakcie roboczogodziny inspekcji),
WK=T/K średnia wydajność kontrolera (liczba wykrywanych przez niego defektów w trakcie roboczogodziny),
W=D/(S*K) skuteczność wykrywania (liczba defektów wykrywanych przez kontrolera na stronie logicznej badanego dokumentu),
GD=D/S gęstość defektów (liczba wykrytych defektów na stronie logicznej badanego dokumentu),
PR=P/S dokładność inspekcji (ilość pracy włożona w ocenę strony badanego dokumentu).

Tabela 6. Metryki inspekcji

	P	T	WK	W	GD	PR
I1	16	4,5	0,28	1,87	30	6,67
I2	9	5,33	0,89	1,69	10,16	1,91
I3	5,85	8,55	1,71	2,10	10,52	1,23

Graficzną ilustrację metryk przedstawiono na rysunku 2.

Rysunek 2: Metryki przeprowadzonych inspekcji



W trakcie analizy danych dotyczących przedstawionego eksperymentu nasuwają się następujące wnioski.

- Pracochłonność związana z I1 jest zdecydowanie największa. Jednak metryki takie jak tempo wykrywania (T) czy średnia wydajność kontrolera (WK) wypadają znacznie słabiej. Wskazuje to na „przeinwestowanie" I1 – nadmiar pracy włożonej w kontrolę dokumentu nie skutkuje proporcjonalnym przyrostem liczby wykrytych defektów.
- Zwraca uwagę duża gęstość defektów (GD) w dokumencie badanym w I1, zdecydowanie większa niż w wypadku pozostałych dwóch dokumentów. Fakt ten wskazuje na niższą jakość tego dokumentu. Wytłumaczenie tego faktu jest następujące. Dokument oceniany w I1 był badany jako pierwszy, w ramach szkolenia dla wszystkich uczestników eksperymentu. Następnie pracowali oni dalej nad swoimi specyfikacjami, które (po ich zakończeniu) zostały poddane I2 i I3 (dokument wytworzony przez Grupę 1 był oceniany przez Grupę 2 i odwrotnie). Wydaje się, że wystąpił tu efekt uczenia się (w trakcie I1) i głębsze zrozumienie kryteriów jakości dokumentu specyfikacji wymagań, co skutkowało mniejszą liczbą pozostawionych w nim defektów. Widać tu więc wyraźnie funkcję szkoleniową inspekcji: udział w nich jest bardzo efektywną formą kształcenia uczestników w zakresie zagadnień związanych z jakością.
- Chociaż inspekcje dotyczyły jedynie próbek ocenianych dokumentów, dają podstawę do szacowania ich jakości, jeżeli przyjmiemy hipotezę o równomiernym rozkładzie defektów w dokumencie. Dla przykładu, jeżeli założymy, że każdy z ocenianych dokumentów miał rozmiar 20 stron

logicznych, to liczby obecnych w nich defektów można oszacować na podstawie metryki GD i wyglądają one następująco:
dokument oceniany w I1: 600 defektów,
dokument oceniany w I2: 203 defekty,
dokument oceniany w I1: 210 defektów.

- Niewątpliwie, jedną z najbardziej interesujących metryk inspekcji jest liczba defektów głównych pozostałych w dokumencie po inspekcji. Metryka ta może być skutecznie szacowana jeżeli w projekcie jest realizowane *zarządzanie defektami*, tzn. defekty są wykrywane i rejestrowane we wszystkich fazach rozwojowych, a ich przyczyny są poddane systematycznej analizie. Prostym i stosunkowo łatwym sposobem na otrzymanie pierwszego oszacowania tej liczby może być zastosowanie techniki *zasiewania defektów*: przed inspekcją do dokumentu są celowo wprowadzane defekty, a stosunek liczby tych z nich, które zostaną wykryte do liczby wszystkich zasianych defektów pozwala wyliczyć spodziewana liczbę defektów pozostałych ocenionym w dokumencie.

Ograniczenie inspekcji do próbek badanych dokumentów stanowi efektywny sposób zarządzania inspekcją, w szczególności pozwala precyzyjnie sterować nakładami na inspekcje. Wymaga to jednak uznania, że celem inspekcji jest przede wszystkim wprowadzenie do procesu wytwarzania oprogramowania punktu kontrolnego, który nie „przepuści" dokumentów zbyt niskiej jakości (natomiast nie jest jej celem wykrycie w dokumencie jak największej liczby zawartych w nim defektów). W ten sposób inspekcje nie „przepuszczają" dokumentów, które zawierają kosztowne defekty, a jednocześnie nie zużywają nadmiernych zasobów projektu.

Bibliografia

[1]. *ANSI/IEEE Standard 729-1983 - IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology.*

[2]. J. Górski, *Inspekcje oprogramowania*, W: *Inżynieria oprogramowania w projekcie informatycznym*, Wydanie II rozszerzone, MIKOM, 2000.

[3]. Humphrey W. S., *Managing the Software Process*, Addison-Wesley, 1989.

[4]. Gilb T., Graham D., *Software Inspection*, Addison-Wesley Publishing Company, 1993.

[5]. http://www.eti.pg.gda.pl/cku/sp/io/